

PAT-NO: JP02001345316A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001345316 A
TITLE: HEAT TREATMENT DEVICE
PUBN-DATE: December 14, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ASANO, TAKAYASU	N/A
ISHII, KATSUTOSHI	N/A
YAMAMOTO, HIROYUKI	N/A
HOSHI, JOJI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOKYO ELECTRON LTD	N/A

APPL-NO: JP2000163002

APPL-DATE: May 31, 2000

INT-CL (IPC): H01L021/31

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To contrive a low-temperature process by improving the thickness uniformity of films at the time of oxidizing semiconductor wafers in a batch furnace.

SOLUTION: A heat treatment device performs so called wet oxidization by introducing a hydrogen gas and an oxygen gas to a reaction tube as a mixed gas of oxygen gas and steam by burning the hydrogen gas and oxygen gas by means of an external combustor provided outside the batch furnace. Dry oxidation is

performed by generating a trace amount of steam in advance
by making a mixed
gas of oxygen gas and hydrogen chloride gas to flow to a
ventilation resistance
body installed to a flow passage outside a double-pipe flow
passage for heating
gas in the external combustor, and preheating the mixed gas
to a temperature
higher than a processing temperature by utilizing the
heater of the combustor.
In addition, at the time of generating a nitrogen-
containing silicon oxide
film by using a dinitrogen oxide gas, the gas is activated
in advance by making
the gas to flow to the outside flow passage.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出願公開番号

特開2001-345316

(P2001-345316A)

(43) 公開日 平成13年12月14日 (2001.12.14)

(51) Int. Cl.⁷

H 0 1 L 21/31

識別記号

F I

H 0 1 L 21/31

テーマコード(参考)

E 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-163002(P2000-163002)

(22) 出願日 平成12年5月31日 (2000.5.31)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 浅野 貴庸

神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41号 東京エレクトロン東北株式会社相模事業所内

(72) 発明者 石井 勝利

神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41号 東京エレクトロン東北株式会社相模事業所内

(74) 代理人 100091513

弁理士 井上 俊夫

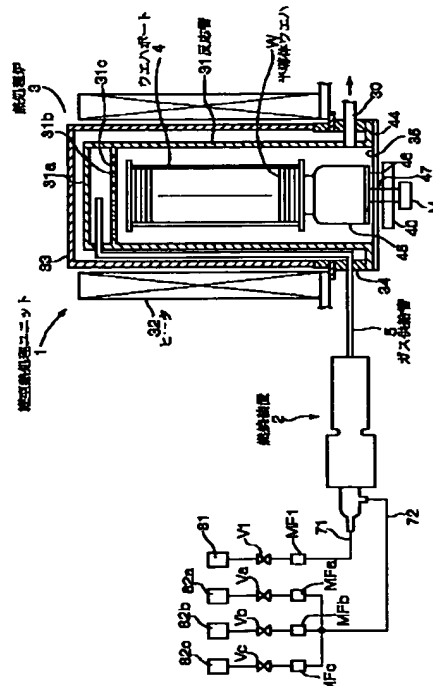
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱処理装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体ウエハに対してバッチ炉により酸化処理するにあたって膜厚の均一性を向上させ、低温プロセスを図れるようにする。

【解決手段】 水素ガス及び酸素ガスをバッチ炉の外に設けてある外部燃焼装置により燃焼させ、酸素ガスと水蒸気との混合ガスとして反応管内に導き、いわゆるウェット酸化を行う装置において、外部燃焼装置におけるガスを加熱する2重管流路の外側の流路に通気抵抗体を設け、ここに酸素ガス及び塩化水素ガスの混合ガスを流して燃焼装置のヒータを利用してプロセス温度以上に加熱し、予め微量な水蒸気を生成しドライ酸化を行う。また一酸化二窒素ガスを用いて窒素含有シリコン酸化膜を生成する場合、これを前記外側の流路に流し、予め活性化しておく。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理体が搬入され、所定温度の熱処理雰囲気形成される反応容器と、この反応容器の外に設けられた燃焼装置とを備え、この燃焼装置は第1のガス流路及び第2のガス流路を夫々流れる水素ガス及び酸素ガスを加熱手段により加熱すると共に燃焼室に導いてここで燃焼させて水蒸気を生成するよう構成され、前記燃焼室からのガスを前記反応容器内に導いて、被処理体のシリコン層を酸化処理して酸化膜を形成する装置において、

前記水蒸気を用いた酸化処理以外の処理を被処理体に対して行うための1種または複数種の処理ガスを前記第1のガス流路及び第2のガス流路の一方に供給する手段と、

前記1種または複数種のガスが流れる一方のガス流路における、前記加熱手段により加熱される領域に設けられ、当該ガスの加熱効率を高めるための通気抵抗体と、を備え、

被処理体に対して水蒸気を用いた酸化処理以外の処理を前記処理ガスにより行うときに、当該処理ガスを前記加熱手段を利用して反応させるかまたは活性化させる温度まで加熱するように構成したことを特徴とする熱処理装置。

【請求項2】 反応容器内で行われる熱処理に応じて前記加熱手段の加熱温度を制御するための制御部を備えたことを特徴とする請求項1記載の熱処理装置。

【請求項3】 第2のガス流路に、酸素ガスのガス供給源の他に水素及び塩素を含む化合物のガスのガス供給源を接続し、

前記水蒸気を用いた酸化処理以外の処理は、前記第2のガス流路に水素及び塩素を含む化合物のガスと、酸素ガスと、を含む処理ガスを流して前記加熱手段により加熱して微量な水蒸気を生成し、この微量な水蒸気を含む処理ガスを熱処理炉内に供給して被処理体に対して酸化処理を行う処理であることを特徴とする請求項1または2に記載の熱処理装置。

【請求項4】 前記加熱手段により水素及び塩素を含む化合物のガスと、酸素ガスと、を含む処理ガスを加熱する温度は、反応容器内で当該処理ガスをを用いて被処理体を処理する時の温度よりも高いことを特徴とする請求項3記載の熱処理装置。

【請求項5】 水素及び塩素を含む化合物のガスは塩化水素及びジクロロシランガスの少なくとも一方であることを特徴とする請求項3または4記載の熱処理装置。

【請求項6】 第1のガス流路または第2のガス流路に一酸化二窒素ガスのガス供給源を接続し、前記水蒸気を用いた酸化処理以外の処理は、前記第1の流路または第2のガス流路に一酸化二窒素ガスを流して前記加熱手段により加熱して活性化させ、活性化された一酸化二窒素ガスを、反応容器内に供給して被処理体に窒素含有のシ

リコン酸化膜を形成する処理であることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項7】 前記加熱手段により一酸化二窒素ガスを加熱する温度は、熱処理炉内で一酸化二窒素ガスをを用いて被処理体を処理する時の温度よりも低いことを特徴とする請求項6記載の熱処理装置。

【請求項8】 加熱手段は金属不純物の少ない抵抗発熱体をセラミックスの中に封入して構成されることを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項9】 抵抗発熱体は純度の高い炭素素材であることを特徴とする請求項8に記載の熱処理装置。

【請求項10】 抵抗発熱体は、石英管の中に封入されていることを特徴とする請求項8または9記載の熱処理装置。

【請求項11】 反応容器は縦型に構成され、多数の被処理体が保持具に棚上に載置されて前記反応容器内に搬入されることを特徴とする請求項1ないし11のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項12】 1種または複数種のガスが流れる流路を、第1のガス流路及び第2のガス流路の一方とする代わりに、第1のガス流路及び第2のガス流路とは別のガス流路とし、当該ガス流路における前記加熱手段により加熱される領域には、通気抵抗体が設けられたことを特徴とする請求項1ないし11のいずれかに記載の熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被処理体に対して熱処理を行うための熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】多数枚の半導体ウエハ（以下ウエハという）をバッチ炉内に搬入し、ウエハ上のシリコン膜を酸化してシリコン酸化膜（SiO₂膜）を形成する方法として、酸素（O₂）ガス及び塩化水素（HCl）ガスをを用いるドライ酸化法や、水蒸気と酸素ガスとを反応管内に導入するウェット酸化法などが知られており、目的とする膜質に応じて酸化法が選択される。

【0003】ドライ酸化法は、酸素ガスによりシリコン膜を酸化する一方、塩素のゲッターリング効果により表面の不純物が除去される。具体的には例えば多数枚のウエハをボートに棚状に保持させて縦型の熱処理炉内に搬入し、所定温度の処理雰囲気を形成した後、酸素ガス及び塩化水素ガスを常温で熱処理炉の天井部から反応管内に供給し、下方側から排気することにより行われる。またウェット酸化法は、熱処理炉の外に外部燃焼装置が必要であり、ここで酸素ガスの一部及び水素（H₂）ガスを燃焼させて水蒸気を生成し、残りの酸素と水蒸気とを反応管内に供給することにより行われる。また上述の熱処理炉では、常温で一酸化二窒素ガス（N₂Oガス）を反

応容器内に導入し、ウエハのシリコン層に反応させて窒素を含有するシリコン酸化膜を生成する処理も行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところでプロセス温度が高い程スリップと呼ばれる欠陥がウエハに発生しやすくなることから、また下地に積まれた膜に対する熱の影響を避けるため、更には省エネルギー化を図ることなどから、プロセス温度の低温化が検討されつつある。しかしながらプロセス温度を低くすると、ウエハの大口径化が進んでいることと相俟ってウエハの面内の膜厚の均一性が悪くなり、またウエハ間（面間）の膜厚のばらつきも大きくなる。

【0005】ドライ酸化法により得られたシリコン酸化膜の膜厚とポート上におけるウエハの搭載位置との関係について調べてみると、膜厚の均一性は、ポートの上段側に位置するものほど悪くなる傾向がある。この理由について本発明者は次のように推測している。図6の

(a), (b), (c)は夫々ウエハW上のガスの流れ、ウエハWの温度及び膜厚を模式的に示したものである。酸素ガス及び塩化水素ガスはウエハWの周縁（エッジ）から中央に向かって流れ、ウエハ上のシリコンが酸素ガスにより酸化されていくが、ウエハWの熱は周縁から放熱されるので温度は中央に向かうにつれて高くなる。このため酸化反応は中央の方が促進されるので、膜厚均一性が高い場合でも、膜厚は本来中央の方が周縁よりも厚くなる傾向にある。

【0006】一方塩化水素が分解されて生成した水素と、酸素とが反応して僅かではあるが水蒸気が生成される。そしてポートの上段側ではガスが十分に温められていないので、ガスがウエハWの周縁から中央に向かって加熱されるにつれて水蒸気の生成量が多くなる。この水蒸気は酸化膜を増膜する効果があり、水蒸気の生成量の差が膜厚に大きく効いてくる。この結果膜厚分布はウエハWの中央部の膜厚が大きいいわば山形の分布になって、均一性が悪くなる。そしてガスは反応管の下方側に向かうにつれて温められるので、ポートの下段側では水蒸気の生成反応はほぼ平衡状態になっており、ウエハWに沿ってガスが流れる前に既に水蒸気が生成され尽くしている。従って処理ガスがウエハWの周縁から中央に向かって流れたときにウエハWの位置にかかわらず水蒸気の量はほとんど変わらないので、膜厚の均一性が高くなる。こうしたことからポートの上段側では膜厚の均一性が低く、上段側と下段側のウエハ間の膜厚の差が大きくなっていると考えられる。

【0007】また一酸化二窒素ガスを用いて窒素含有のシリコン酸化膜を生成する処理においても、プロセス温度を低くすると同様の傾向が見られる。即ち窒素含有のシリコン酸化膜は、一酸化二窒素ガスが分解して酸素とシリコンとが反応してシリコン酸化膜が生成されると共

に、分解により生成された窒素の活性種がシリコン酸化膜の中に入り込むことによって成長するが、ウエハWの温度は中央に向かうにつれて高くなり、また処理温度が低いとポートの上段側では一酸化二窒素ガスが十分に分解されていないことから、一酸化二窒素ガスは中央に向かって流れるにつれて分解反応が促進され、周縁よりも中央の方が促進されるので、膜厚は中央の方が周縁よりも厚くなる傾向にある。そして一酸化二窒素ガスは反応管の下方側に向かうにつれて温められるので、ポートの下段側では十分に分解が進んでいるかあるいは十分とは言えないまでも上段側よりも分解が促進されており、このためウエハの中央と周縁の分解の程度の差が小さく、この結果膜厚の面内均一性は上段側よりも高い。

【0008】このように上段側のウエハの膜厚の面内均一性が低く、またウエハ間の均一性も低いため、プロセス温度の低温化が困難になっているというのが現状である。本発明はこのような事情の下になされたものであり、その目的は、被処理体に対して酸化処理を行うにあたって酸化膜の膜厚について高い均一性が得られ、プロセス温度の低温化に寄与することのできる技術を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、被処理体が搬入され、所定温度の熱処理雰囲気が形成される反応容器と、この反応容器の外に設けられた燃焼装置とを備え、この燃焼装置は第1のガス流路及び第2のガス流路を夫々流れる水素ガス及び酸素ガスを加熱手段により加熱すると共に燃焼室に導いてここで燃焼させて水蒸気を生成するよう構成され、前記燃焼室からのガスを前記反応容器内に導いて、被処理体のシリコン層を酸化処理して酸化膜を形成する装置において、前記水蒸気を用いた酸化処理以外の処理を被処理体に対して行うための1種または複数種の処理ガスを前記第1のガス流路及び第2のガス流路の一方に供給する手段と、前記1種または複数種のガスが流れる一方のガス流路における、前記加熱手段により加熱される領域に設けられ、当該ガスの加熱効率を高めるための通気抵抗体と、を備え、被処理体に対して水蒸気を用いた酸化処理以外の処理を前記処理ガスにより行うときに、当該処理ガスを前記加熱手段を利用して反応させるかまたは活性化させる温度まで加熱するように構成したことを特徴とする。

【0010】この熱処理装置は、例えば反応容器内で行われる熱処理に応じて前記加熱手段の加熱温度を制御するための制御部を備えている。また反応容器としては例えば縦型熱処理炉の反応管が相当する。前記水蒸気を用いた酸化処理以外の処理の一例を挙げると、前記第2のガス流路に水素及び塩化水素を含む化合物のガス例えば塩化水素やジクロロシランガスと、酸素ガスと、を含む処理ガスを流して前記加熱手段により加熱して微量な水蒸気を生成し、この微量な水蒸気を含む処理ガスを熱処理炉

内に供給して被処理体に対して酸化処理を行う処理がある。この場合前記加熱手段により水素及び塩素を含む化合物のガスと、酸素ガスと、を含む処理ガスを加熱する温度は、反応容器内で当該処理ガスを用いて被処理体を処理する時の温度よりも高いことが好ましい。この場合、反応容器内に処理ガスが入ったときには既に微量な水蒸気が生成されているので、被処理体の中央と周縁との間における水蒸気の量はそれ程変わらなくなるので、水蒸気による増膜効果の程度の差が小さくなり、結果として膜厚の面内均一性が高くなる。そして燃焼装置を利用して処理ガスを加熱しているため、コスト、スペース効率の面から有利である。

【0011】また前記水蒸気を用いた酸化処理以外の処理の他の例を挙げると、前記第1の流路または第2のガス流路に一酸化二窒素ガスを流して前記加熱手段により加熱して活性化させ、活性化された一酸化二窒素ガスを、反応容器内に供給して被処理体に窒素含有のシリコン酸化膜を形成する処理がある。この場合前記加熱手段により一酸化二窒素ガスを加熱する温度は、熱処理炉内で一酸化二窒素ガスをを用いて被処理体を処理する時の温度よりも低いことが好ましい。この場合一酸化二窒素ガスが予め活性化されているので、被処理体表面に沿って流れるときに場所の差による活性の程度の差がなくなるか小さくなるので、膜厚の面内均一性が高くなる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明の熱処理装置の実施の形態を示す図である。この熱処理装置は、水素ガスと酸素ガスとを燃焼させて水蒸気を生成し、この水蒸気を用いてウエハに対して酸化処理を行う、いわゆるウェット酸化処理を行うための装置であると共に、酸素ガスと塩化水素ガスとを用いていわゆるドライ酸化を行うための装置及び一酸化二窒素ガスをを用いて処理を行うための装置を兼用したものであり、縦型熱処理ユニット1と、燃焼装置2とを備えている。

【0013】前記縦型熱処理ユニット1の構造について述べると、このユニット1は、図1及び図2に示すように縦型の熱処理炉3と、保持具であるウエハポート4と、このウエハポート4を昇降させるポートエレベータ40と、前記熱処理炉3に接続されたガス供給管5及び排気管30と、を備えている。

【0014】縦型の熱処理炉3は例えば石英よりなる反応容器である縦型の反応管31と、この反応管31を囲むように設けられた抵抗発熱体などからなる加熱手段であるヒータ32と、前記反応管31及びヒータ32の間にて断熱体34に支持されて設けられた均熱用容器33と、を備えている。前記反応管31は下端が開口すると共に、上面31aの少し下方側に多数のガス穴31bを有するガス拡散板31cが設けられている。前記ガス供給管5は断熱体34を外から貫通して配管されると共に、断熱体の34の内側でし字に屈曲されて反応管31

と均熱用容器33との間にて垂直に立ち上げられ、反応管31の上面31aとガス拡散板31cとの間の空間に突入されている。

【0015】ウエハポート4は、図2に示すように例えば天板41及び底板42の間に複数の支柱43を設け、この支柱43に上下方向に形成された溝にウエハWの周縁を挿入して保持するように構成されている。ウエハポート4は反応管31の下端の開口部35を開閉する蓋体44の上に保温部である例えば保温筒45を介して載置されている。保温筒45はターンテーブル46の上に載置され、ポートエレベータ40に設けられた駆動部Mにより回転軸47を介して回転できるようになっている。蓋体44はポートエレベータ40に設けられており、ポートエレベータ40が昇降することにより、熱処理炉3に対して、ウエハポート4の搬入出が行われる。

【0016】前記燃焼装置2は、図1に示すように縦型熱処理ユニット1の外においてガス供給管5の途中に設けられている。この燃焼装置2は、図3に示すように例えば透明石英製の内管21及び外管22からなる同心二重構造部6を備えており、内管21の内側領域により形成される加熱室を内側加熱室61、外管22の内側領域により形成される加熱室を外側加熱室62と呼ぶことにすると、内側加熱室61は第1のガス供給管71にそのまま延長された状態で連通し、外側加熱室62は上流側が絞り込まれその絞り込み部から直角に伸びる第2のガス供給管72に連通している。なお第1のガス供給管71から内側加熱室61に至るまでのガス流路及び第2のガス供給管72から外側加熱室62に至るまでのガス流路は夫々特許請求の範囲でいう第1のガス流路及び第2のガス流路に相当するものである。

【0017】前記外側加熱室62の外周部には、加熱手段をなす例えばカーボンファイバーヒータ23が螺旋状に形成されており、このヒータ23を覆うように筒状の断熱体24が設けられている。カーボンファイバーヒータ23は例えばカーボンファイバの束を複数束編み上げて紐状体を形成し、この紐状体を、石英管の中に封入して螺旋状に形成したものであり、電力供給線25により通電されて発熱する。電力供給線25は電力制御部26に接続されており、例えば本熱処理装置を制御する主制御部27にて指定された設定加熱温度に対応する信号と、ヒータ23の近傍に設けられた例えば熱電対からなる温度センサ28からの温度検出信号とに基づいて前記カーボンファイバーヒータ23への通電量を制御する。

【0018】また前記外側加熱室62の中には、例えば多数の透明石英ガラスビーズからなる通気抵抗体60が充填されており、通気抵抗体60を設けることにより、ガスの滞留時間が長くなると共に通気抵抗体60が加熱されてガスがこれに接触しながら流れるため効率よく加熱される。なお通気抵抗体60としてはこれに限らず、多数の通気穴のあいた複数の通気板を流路を塞ぐように

通路方向に並べたものなどであってもよい。

【0019】前記内側加熱室61及び外側加熱室62は下流側の燃焼室63に連通しており、処理ガスとして水素ガス及び酸素ガスを用いてウエット酸化を行う場合、この燃焼室63にて水素ガス及び酸素ガスが燃焼反応を起こして水蒸気が生成される。

【0020】燃焼装置2の下流側について述べると、図1に示すように第1のガス供給管71は水素ガス源81に接続されており、その途中にバルブV1及び流量調整部であるマスフローコントローラMF1が介設されている。また第2のガス供給管72は例えば3本に分岐され、夫々酸素ガス源82a、一酸化二窒素ガス源82b、塩化水素ガス源82cに接続されると共に、バルブVa、Vb、Vc及びマスフローコントローラMFa、MFb、MFcが介設されている。

【0021】次に上述実施の形態の作用について説明する。この実施の形態ではシリコン層が表面部に形成された被処理体であるウエハに対して、ウエット酸化処理、ドライ酸化処理及び一酸化二窒素ガスを用いて行う処理の3通りを実施できるが、説明の順序としては、膜厚の均一性の改善を狙ったドライ酸化処理及び一酸化二窒素ガスを用いて行う処理から先に述べておく。

【0022】(ドライ酸化処理)多数枚例えば60枚の被処理体であるウエハWをウエハポート4に棚状に保持させ、ヒータ32により予め所定の温度に加熱された反応管31内にポートエレベータ40により搬入し、炉口である開口部35を蓋体44により気密に閉じる(図1の状態)。続いて所定の処理温度例えば900℃まで反応管31内を昇温する。ウエハWを搬入する工程及び反応管31内を昇温する工程においては、反応管31内を図では見えないガス供給管から例えば僅かに酸素ガスを混入させた窒素ガスを供給しておき、反応管31内が処理温度になるとガスの供給を止め、図示しない排気手段により排気管30を介して反応管31内を排気することにより反応管31内を微減圧状態にし、この状態でウエハWの温度を安定させてから酸化処理を行う。

【0023】一方燃焼装置2においては、主制御部27にてドライ酸化処理を選択したことにより、対応する温度設定信号が電力制御部26に送られ、加熱室61、62内が例えば1000℃の設定温度になるように前記カーボンワイヤヒータ23が制御される。そしてバルブVa、Vbを開いて酸素ガス及び塩化水素ガスを夫々マスフローコントローラMFa、MFbにより所定の流量に調整された状態で例えば10slm及び0.3slmの流量で燃焼装置2内に流入させる。これらガスは外側加熱室62内の通気抵抗体60に接触しながらそれらの隙間を通して流出し、ここを通る間に1000℃付近に加熱される。これにより図4(a)に示すように酸素ガス及び塩化水素ガスが下記式のように反応して微量な例えば数百ppmオーダーの水蒸気が生成され则认为られ

る。この処理では内側加熱室61は使用されない。

【0024】 $2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2$

$\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

こうして加熱された処理ガスがガス供給管5を介して熱処理炉3内に入り、均熱管33の内側を通して加熱されながら上昇し、反応管31の上部に流入する。更にこの処理ガスはガス孔31bから反応管31内の処理領域に供給され、下部の排気管30から排気される。このとき処理ガスは棚状に積まれたウエハWの間に入り込み、塩素ガスによりウエハ表面がゲッターリングされながら酸素ガスによりウエハW表面部のシリコン層が酸化されてシリコン酸化膜が生成される。この処理ガスの中には既述のように微量な水蒸気が含まれており、この水蒸気により酸化膜が増膜される。

【0025】(一酸化二窒素ガスによる処理)多数枚のウエハWをウエハポート4により反応管31内に搬入し、上述と同様にして反応管31内を所定の処理温度例えば900℃に昇温して安定させる。一方燃焼装置2においては、主制御部27にて一酸化二窒素ガスによる処理を選択したことにより、対応する温度設定信号が電力制御部26に送られ、加熱室61、62内が例えば900～1000℃の範囲の中の設定温度になるように前記カーボンワイヤヒータ23が制御される。そしてバルブVcを開いて一酸化二窒素ガスをマスフローコントローラMFcにより所定の流量例えば1～10slmに調整された状態で燃焼装置2内に流入させる。これにより一酸化二窒素ガスは外側加熱室62内の通気抵抗体60に接触しながらそれらの隙間を通して流出し、ここを通る間に設定温度付近に加熱される。これにより一酸化二窒素ガスは分解にまでは至らないが、反応管31内に流入したときにはすぐに分解される程度まで活性化される。図4(b)にこの様子を示すが、 N_2O^* は N_2O が活性化された状態を示している。またこの処理においても内側加熱室61は使用されない。

【0026】こうして活性化された一酸化二窒素ガスが反応管31内に入り、ウエハWのシリコン層を酸化及び窒化し、窒素が混入されたシリコン酸化膜が生成される。

【0027】(ウエット酸化処理)多数枚のウエハWをウエハポート4により反応管31内に搬入し、上述と同様にして反応管31内を所定の処理温度例えば900℃に昇温して安定させる。一方燃焼装置2においては、主制御部27にてウエット酸化処理を選択したことにより、対応する温度設定信号が電力制御部26に送られ、加熱室61、62内が例えば900～950℃の範囲の中の設定温度になるように前記カーボンワイヤヒータ23が制御される。そしてバルブV1、Vaを開いて水素ガス及び酸素ガスを夫々マスフローコントローラMF1、MFaにより所定の流量に調整された状態で例えば3～10slm及び3～10slmの流量で燃焼装置2

内に流入させる。この結果水素ガス及び酸素ガスは夫々内側加熱室61及び外側加熱室62にて加熱され、燃焼室63にて酸素ガスの一部と水素ガスとの燃焼反応が起こり水蒸気が生成される。図4(c)はこの様子を示す説明図である。こうして酸素ガスと水蒸気とを含む処理ガスが熱処理炉3内に流入し、棚状に積まれたウエハWの間に入り込み、酸素ガス及び水蒸気によりウエハW表面部のシリコン層が酸化されてシリコン酸化膜が生成される。

【0028】このような実施の形態によれば、ドライ酸化処理により生成されたシリコン酸化膜及び一酸化二窒素ガスにより生成された窒素含有のシリコン酸化膜のいずれもウエハWの面内における膜厚の均一性が高く、またウエハW間における膜厚の均一性も高い。この理由については次のように考えられる。

【0029】まずドライ酸化処理の場合、処理ガス(酸素ガス及び塩化水素ガスの混合ガス)は燃焼装置2にて例えば1000℃付近に加熱され微量な水蒸気が生成される。一旦生成された水蒸気は温度が低くなっても量が減ることはないので、二次側のガス供給管5を流れる間に多少冷えたとしても、反応管31内の処理温度よりも高い温度で水蒸気を生成しておけば、処理ガスは反応管31内にてそれ以上水蒸気を生成しない。

【0030】従ってウエハポート4に積まれているウエハWの間に処理ガスが入り込むときには水蒸気がいわば生成尽くされてしまっているため、ウエハWの周縁から中央に向かって流れる処理ガスに含まれる水蒸気の量はどの位置でもほぼ同じである。この結果ウエハポート4の上段に位置するウエハWにおいても、面内での水蒸気による増膜作用の程度がほぼ同じであるため、膜厚の面内均一性が高くなる。従来ではウエハポート4の下段側に向かうにつれて水蒸気の生成が進むことから、上段側では膜厚の均一性が悪く、下段側にいくほど膜厚の均一性が高かったが、この実施の形態では、下段側のガスの雰囲気を上段側で生成しているということができ、ウエハWの間での膜厚分布のばらつきも小さくなる、つまり面間の膜厚の均一性が高くなる。図5に処理ガスを加熱しない場合と加熱した場合との夫々について上段、中段、下段の膜厚分布を模式的に示しておく。例えば上述の実施の形態で記載した処理条件に沿って実験したところ、従来では(燃焼装置2のヒータ23をオフにした場合)、上段側のウエハについての膜厚の面内均一性は±3%前後であったが、燃焼装置2のヒータ23をオンにした場合には±1%前後に収まっていた。

【0031】なお厳密には水蒸気が増膜に寄与するため、ウエハWの中央に向かうにつれて多少少なくなると考えられるが、「従来技術」の項目で述べたようにウエハWの周縁よりも中央の温度の方が高く、本来中央の膜厚が大きくなる傾向にあることから、周縁における増膜の程度が大きいことにより、周縁の膜厚を盛り上げる作

用が働き、結果として膜厚の均一性を高めているともいえる。

【0032】また一酸化二窒素ガスを用いる場合には、燃焼装置2にて予め分解寸前の状態まで活性化されているため、反応管31内に入ってウエハポート4の上段側に到達したときには既に分解が相当進んでいる。このためウエハWの周縁から中央に向かって流れるときに周縁と中央とにおける分解の程度の差がほとんどないので、一酸化二窒素の分解により生成される活性種の量はどの位置でもほぼ同じかあるいはそれ程変わらない。この結果ウエハポート4の上段に位置するウエハWにおいても膜厚の面内均一性が高くなり、従って上段側のウエハWと下段側のウエハWとの間においても膜厚分布のばらつきが小さく、面間の膜厚の均一性が高くなる。

【0033】ドライ酸化処理では反応管31内における水蒸気が生成する現象が、また一酸化二窒素ガスを用いる処理では反応管31内にて分解する現象が、いずれも低温ほど膜厚の面内均一性、面間均一性に与える影響が大きいため、この実施の形態によれば熱処理の低温化に大きく寄与することができる。

【0034】更にウエット酸化処理を行うために用いられる燃焼装置を利用して、ドライ酸化処理及び一酸化二窒素ガスを用いる処理において処理ガスを加熱しているため、専用の加熱器を別途設置しなくてよく、コスト及びスペース効率の点で有利である。

【0035】以上においてドライ酸化処理に用いられるガスとしては塩化水素ガスに限らず、ジクロロシラン(SiH_2Cl_2)ガスなどを用いてもよく、それらのガスが混合されていてもよい。またウエット酸化処理以外の処理を行う場合に上述の説明では、外側加熱室62を用いて処理ガスを加熱したが、本発明では内側加熱室61を用いる場合、両加熱室61、62を用いる場合も権利範囲に含まれる。更にまた本発明は、両加熱室61、62とは別個の加熱室例えばヒータ23の外側に第1及び第2のガス流路とは別のガス流路を形成し、この流路を処理ガスを流しながら前記ヒータ23により加熱するようにしてもよい。

【0036】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、被処理体に対して酸化処理を行うにあたって酸化膜の膜厚について高い均一性が得られ、プロセス温度の低温化に寄与することができ、またウエット酸化処理の燃焼装置を利用して処理ガスを加熱しているため、専用の加熱装置を設ける場合に比べ、コスト、スペース効率の点で有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の熱処理装置の実施の形態を示す縦断面図である。

【図2】図1の熱処理装置に用いられる縦型熱処理ユニットを示す外観図である。

【図3】図1の熱処理装置に用いられる燃焼装置を示す断面図である。

【図4】各処理ごとの燃焼装置におけるガスの供給状態を示す説明図である。

【図5】ウエハポートの位置による膜厚分布を示す説明図である。

【図6】従来の酸化処理方法の問題点を説明するための説明図である。

【符号の説明】

1 縦型熱処理ユニット

2 燃焼装置

W 半導体ウエハ

21 内管

22 外管

23 カーボンワイヤヒータ

25 電力供給線

26 電力制御部

27 主制御部

3 熱処理炉

31 反応管

32 ヒータ

4 ウエハポート

40 ポートエレベータ

44 蓋体

5 ガス供給管

60 通気抵抗体

61 内側加熱室

10 62 外側加熱室

63 燃焼室

71 第1のガス供給管

72 第2のガス供給管

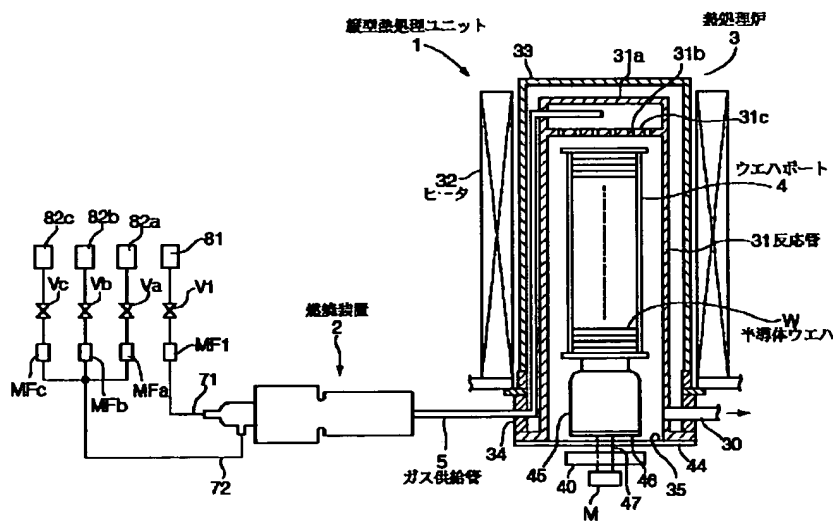
81 塩化水素ガス源

82a 酸素ガス源

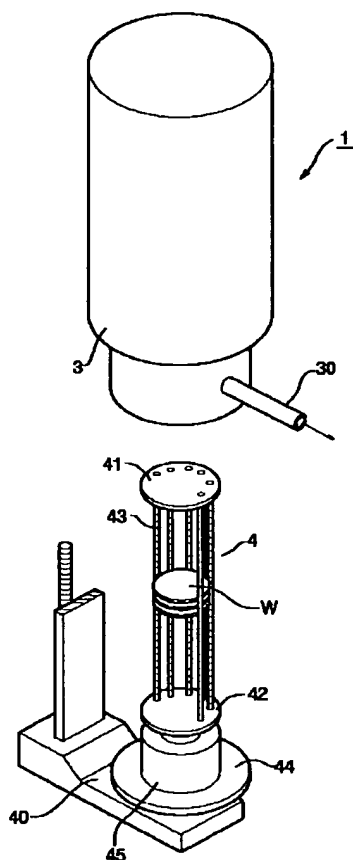
82b 塩化水素ガス源

82c 一酸化二窒素ガス源

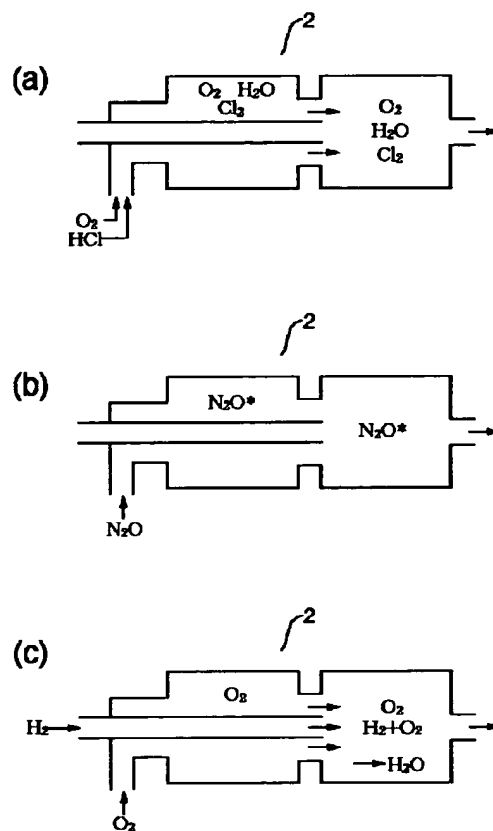
【図1】



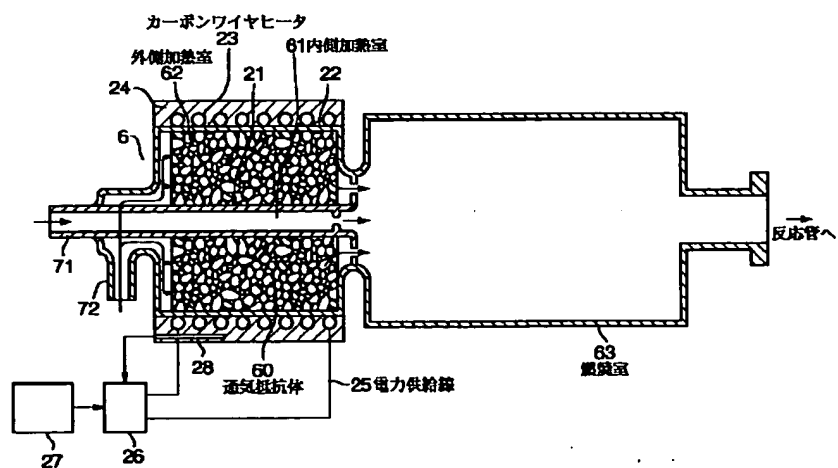
【図2】



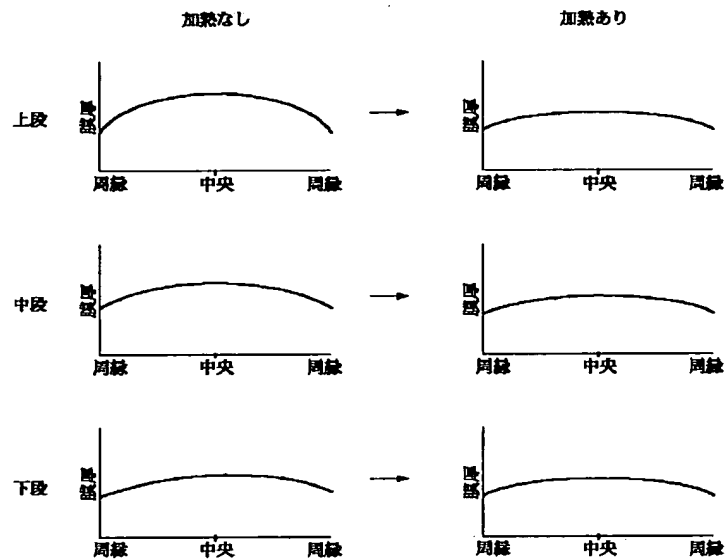
【図4】



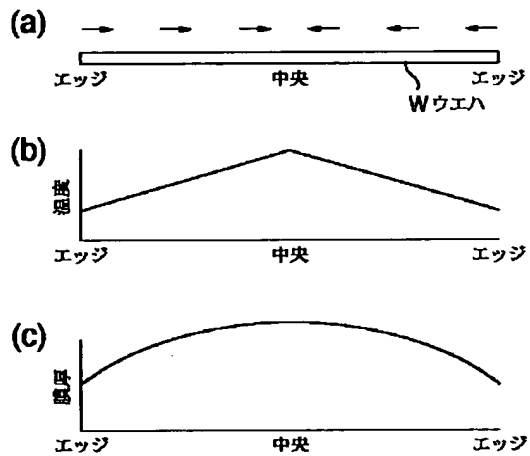
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 博之
 神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41
 号 東京エレクトロン東北株式会社相模事
 業所内

(72)発明者 星 丈治
 神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41
 号 東京エレクトロン東北株式会社相模事
 業所内
 Fターム(参考) 5F045 AA20 AB32 AB34 AC05 AC11
 AC13 DP19 EE05 EK06